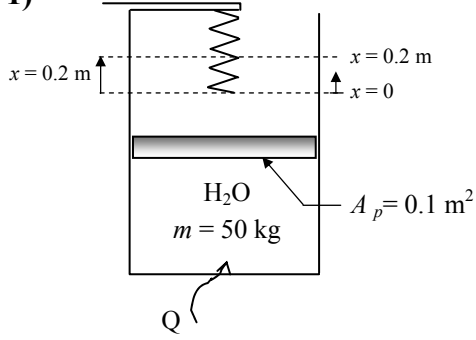


ÖDEV 3 - ÇÖZÜMLER

1)



Kapalı sistem : H_2O ($m=50$ kg)
 İlk hal : $P_1 = 100$ kPa, $T_1 = 25^\circ C$
 Ara hal : $P_2 = P_1 = 100$ kPa, $V_2 = 0.2$ m³
 Son hal : $P_3 = P_2 + P_{yay}$, $V_3 = V_2 + x A_p$

Kütlenin korunumu $m_1 = m_2 = m_3 = m$

1-2 $P = \text{sabit}$ hal değişimi

2-3 $\Delta P \sim \Delta V$ hal değişimi : $P_3 - P_2 = \frac{k_y}{A_p^2}(V_3 - V_2)$

(a) Son haldeki basınç

$$P_3 = P_2 + P_{yay} = P_2 + \frac{F_{yay}}{A_p} = P_2 + \frac{k_y x}{A_p} = 150 + \frac{100 \times 0.2}{0.1} = 350 \text{ kPa}$$

Üç hal için hacim ve özgül hacimler:

$$\left. \begin{array}{l} T_1 = 25^\circ C \\ P_1 = 150 \text{ kPa} \end{array} \right\} v_1 \cong v_{f,25^\circ C} = 0.001003 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$V_1 = m v_1 = 50 \times 0.001003 = 0.05 \text{ m}^3$$

$$V_2 = 0.2 \text{ m}^3$$

$$V_3 = V_2 + x A_p = 0.2 + 0.2 \times 0.1 = 0.22 \text{ m}^3$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{0.22}{50} = 0.0044 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

350 kPa'de $v_f = 0.0010 \text{ m}^3 / \text{kg}$ ve $v_g = 0.5243 \text{ m}^3 / \text{kg}$ dir. Dolayısıyla $v_f < v_3 < v_g$ olduğundan su son halde doymuş sıvı-buhar karışımı (ıslak buhar) halindedir. Bu nedenle son haldeki sıcaklık 350 kPa'deki doyma sıcaklığı olacaktır:

$$T_3 = T_{d,350 \text{ kPa}} = 138.88^\circ C$$

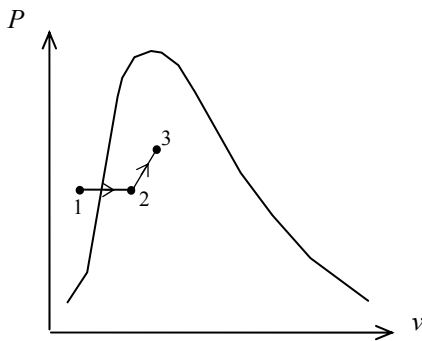
(son halde kuruluk derecesi $x_3 = 0.0065$ ve $u_3 =$ kJ/kg)

(b) Hal değişimi sırasında yapılan iş (W_{13}), aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned} W_{s,13} &= W_{s,12} + W_{s,23} = P_1 (V_2 - V_1) + \frac{(P_2 + P_3)}{2} (V_3 - V_2) \\ &= 150 \times (0.2 - 0.05) + \frac{(150 + 350)}{2} (0.22 - 0.2) = 22.5 + 5 = 27.5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

$$W_{13} = W_{s,13} + W_{diğer,13}^{\rightarrow 0} = W_{s,13}$$

$$W_{13} = 27.5 \text{ kJ}$$



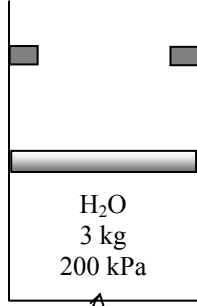
Not: 2-3 hal değişimi için hareketli sınır işi aşağıdaki şekilde de bulunabilirdi:

ÖDEV 4

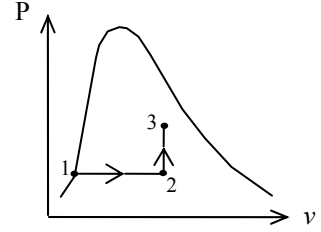
$$W_{s,23} = W_{(atm+pis),23} + W_{yay,23} = P_2(V_3 - V_2) + \frac{1}{2}k_y(x_3^2 - x_2^2)$$

$$= 150 \times (0.22 - 0.2) + \frac{1}{2} \times 100 \times (0.2^2 - 0^2) = 3 + 2 = 5 \text{ kJ}$$

2)



Kapalı sistem : H_2O ($m=3 \text{ kg}$)
 İlk hal : $P_1 = 200 \text{ kPa}$, $x_1 = 0.0$
 Ara hal : $P_2 = P_1 = 200 \text{ kPa}$, $V_2 = 0.060 \text{ m}^3$
 Son hal : $P_3 = 2P_1 = 400 \text{ kPa}$, $V_3 = V_2 = 0.06 \text{ m}^3$
 Kütlenin korunumu : $m_1 = m_2 = m_3 = m$
 1-2 : $P = \text{sabit}$ hal değişimi
 2-3 : $V = \text{sabit}$ hal değişimi



(a) İlk ve son haldeki özellikler aşağıdaki şekilde bulunur:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = 200 \text{ kPa} \\ x_1 = 0.0 \end{array} \right\} v_1 = v_{f,200 \text{ kPa}} = 0.001061 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$u_1 = u_{f,200 \text{ kPa}} = 504.49 \text{ kJ} / \text{kg}$$

$$v_3 = \frac{V_3}{m} = \frac{0.06}{3} = 0.02 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_3 = 400 \text{ kPa} \\ v_3 = 0.02 \text{ m}^3 / \text{kg} \end{array} \right\} v_f = 0.001084 \text{ m}^3 / \text{kg}, \quad v_g = 0.4625 \text{ m}^3 / \text{kg}$$

$$u_f = 604.31 \text{ kJ} / \text{kg}, \quad u_g = 1949.3 \text{ kJ} / \text{kg},$$

$v_f < v_3 < v_g$ olduğundan dolayı su son halde doymuş sıvı-buhar karışımı (ıslak buhar) halindedir.

$$x_3 = \frac{v_3 - v_f}{v_g - v_f} = \frac{0.02 - 0.001084}{0.4625 - 0.001084} = 0.041$$

$$m_{f3} = m_{t3} - m_{g3} = m - x_3 m = (1 - x_3) m = (1 - 0.041) \times 3 = 2.877 \text{ kg}$$

$$u_3 = u_f + x_3 u_{fg} = 604.31 + (0.041 \times 1949.3) = 684.23 \text{ kJ} / \text{kg}$$

(b) Su son halde doymuş sıvı-buhar karışımı halinde olduğundan, son haldeki sıcaklık 400 kPa deki doyma sıcaklığıdır.

$$T_3 = T_{d, 400 \text{ kPa}} = 143.63 \text{ }^\circ\text{C}$$

(c) 1-2 $P = \text{sabit}$ hal değişimi $W_{s,12} = P_1 (V_2 - V_1)$
 2-3 $V = \text{sabit}$ hal değişimi $W_{s,23} = 0$

$$W_{s,12} = \int_1^2 P dV = P_1 (V_2 - V_1) = m P (v_2 - v_1) = 3 \times 200 (0.02 - 0.001) = 11.4 \text{ kJ}$$

$$W_{s,13} = W_{s,12} + W_{s,23} = 11.4 \text{ kJ}$$

$$W_{13} = W_{s,13} + W_{diğer,13} = 11.4 \text{ kJ}$$

Enerjinin Korunumu (Termodinamiğin 1. Yasası)

ÖDEV 4

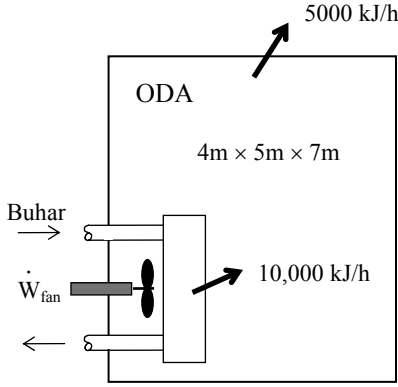
$$Q_{13} - W_{13} = \Delta U + \Delta KE^{\text{a0}} + \Delta PE^{\text{a0}}$$

$$Q_{13} = m(u_3 - u_1) + W_{13}$$

$$Q_{13} = 3 \cdot (684.23 - 504.49) + 11.4 \text{ kJ} = \mathbf{550.6 \text{ kJ}}$$

ÖDEV 4

3) Herhangi bir hava kaçağı olmadığını kabul edersek, odadaki havayı kapalı sistem olarak gözönüne alabiliriz.



Kapalı sistem : Oda havası

İlk hal : $T_1 = 10^\circ\text{C}$, $V_1 = 140 \text{ m}^3$

Sonhal : $P_2 = P_1 = 150 \text{ kPa}$, $V_2 = V_1 = V = 140 \text{ m}^3$

Kütlenin korunumu $m_1 = m_2 = m$

1-2 $V = \text{sabit hal değişimi}$ $W_{s,12} = 0$

$$\dot{Q}_{12} = \dot{Q}_{\text{giren}} - \dot{Q}_{\text{çıkan}} = (10000 - 5000) = 5000 \text{ kJ/h} = 1.39 \text{ kW}$$

$$\dot{W}_{12} = \dot{W}_{\text{fan}} = -100 \text{ W} = -0.1 \text{ kW}$$

Havanın kütlesi

$$V = 4 \times 5 \times 7 = 140 \text{ m}^3$$

$$m = \frac{P_1 V}{R T_1} = \frac{100 \times 140}{0.287 \times 283} = 172.4 \text{ kg}$$

İş

$$W_{12} = W_{s,12}^{\text{net}} + W_{\text{diğer}} = W_{\text{fan}}$$

Termodinamiğin 1. Yasası

$$Q_{12} - W_{12} = \Delta U + \Delta KE^{\text{net}} + \Delta PE^{\text{net}}$$

$$Q_{12} - W_{12} = m (u_2 - u_1)$$

Ortalama sıcaklıkta özgül ısılar sabit kabul edildiğinde, $u_2 - u_1 = c_{v0, \text{ort}} (T_2 - T_1)$ yazılabilir.

$$Q_{12} - W_{12} = m c_{v0} (T_2 - T_1)$$

$\dot{Q}_{12}$ ve $\dot{W}_{12}$ sabit olduğundan,

$$Q_{12} = \dot{Q}_{12} \Delta t \quad \text{ve} \quad W_{12} = \dot{W}_{12} \Delta t \quad \text{yazılabilir.}$$

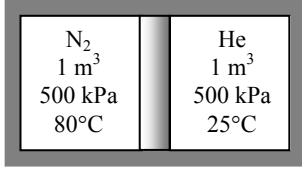
$$(\dot{Q}_{12} - \dot{W}_{12}) \Delta t = m c_{v0} (T_2 - T_1)$$

Oda sıcaklığındaki c_{v0} değeri kullanılırsa (Tablo A-2a'dan $c_{v0} = 0.718 \text{ kJ/kg-K}$)

$$[(1.39) - (-0.1)] \Delta t = 172.4 \times 0.718 \times (20 - 10)$$

$$\Delta t = 831 \text{ s}$$

4)



Kapalı sistem	: Silindir içerisindeki Azot (N_2) ve Helyum (He)					
İlk hal	: (N_2)	$P_{1,N_2} = 500 \text{ kPa}$,	$T_{1,N_2} = 80^\circ\text{C}$,	$V_{1,N_2} = 1 \text{ m}^3$		
	(He)	$P_{1,He} = 500 \text{ kPa}$,	$T_{1,He} = 25^\circ\text{C}$,	$V_{1,He} = 1 \text{ m}^3$		
Son hal	: (N_2)	$P_{2,N_2} = P_{2,He} = P_2$,	$T_{2,N_2} = T_{2,He} = T_2$,	$V_{2,N_2} = 2 - V_{2,He}$		
	(He)	$P_{2,He} = P_{2,N_2} = P_2$,	$T_{2,He} = T_{2,N_2} = T_2$,	$V_{2,He} = 2 - V_{2,N_2}$		

N_2 ve He 'nin kütleleri aşağıdaki şekilde bulunur:

$$m_{N_2} = \left(\frac{P_1 V_1}{RT_1} \right)_{N_2} = \frac{500 \times 1}{0.2968 \times 353} = 4.77 \text{ kg}$$

$$m_{He} = \left(\frac{P_1 V_1}{RT_1} \right)_{He} = \frac{500 \times 1}{2.0769 \times 353} = 0.808 \text{ kg}$$

Termodinamiğin 1. Yasası

$$Q^{\text{a0}} - W^{\text{a0}} = \Delta U + \Delta KE^{\text{a0}} + \Delta PE^{\text{a0}}$$

$$\Delta U = (\Delta U)_{N_2} + (\Delta U)_{He} = 0$$

$$[m c_{vo} (T_2 - T_1)]_{N_2} + [m c_{vo} (T_2 - T_1)]_{He} = 0$$

$$4.77 \times 0.743 \times (T_2 - 80) + 0.808 \times 3.1156 \times (T_2 - 25) = 0$$

$$T_2 = 57.2^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{silindir}} = (V_1)_{N_2} + (V_1)_{He} = (V_2)_{N_2} + (V_2)_{He} = 2 \text{ m}^3$$

$$(V_2)_{N_2} + (V_2)_{He} = \left(\frac{m R T_2}{P_2} \right)_{N_2} + \left(\frac{m R T_2}{P_2} \right)_{He} = 2$$

$$\left(\frac{4.77 \times 0.2968 \times 330.35}{P_2} \right) + \left(\frac{0.808 \times 2.0769 \times 330.35}{P_2} \right) = 2$$

$$P_2 = 510.6 \text{ kPa}$$

$$(V_2)_{N_2} = \left(\frac{4.77 \times 0.2968 \times 330.35}{510.6} \right) = 0.916 \text{ m}^3$$

$$(V_2)_{He} = 2 - 0.916 = 1.084 \text{ m}^3$$

Eğer piston sabit olsaydı, N_2 ve He 'nin hacimleri sabit kalacaktı. Bu durumda 1.Yasa'dan yararlanarak sıcaklık yine $T_2=57.2^\circ\text{C}$ olarak bulunacaktı. Ancak son haldeki basınçlar aşağıdaki şekilde olacaktı:

$$(P_2)_{N_2} = (mRT_2/V_2)_{N_2} = (4.77 \times 0.2968 \times 330.35)/1 = 467.69 \text{ kPa}$$

$$(P_2)_{He} = (mRT_2/V_2)_{He} = (0.808 \times 2.0769 \times 330.35)/1 = 554.32 \text{ kPa}$$